



DEUTSCHES

PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: P 44 12 770.7

②2 Anmeldetag: 13. 4. 94

④3 Offenlegungstag: 19. 10. 95

DE 44 12 770 A 1

⑦1 Anmelder:

Siemens AG, 80333 München, DE

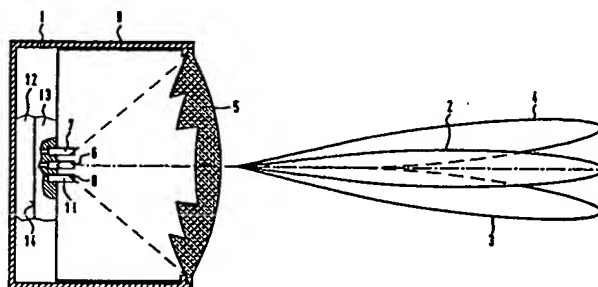
⑦2 Erfinder:

Rebhan, Wolfgang, Dipl.-Ing., 82031 Grünwald, DE;  
Kopitz-Weißgerber, Peter, Dipl.-Ing., 96450 Coburg, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Mikrowellen-Linsenantennenanordnung für Kraftfahrzeug-Abstandswarnradar

⑤7 In der Brennebene der als Stufenlinse ausgebildeten dielektrischen Linse (5) mit kurzer Brennweite sind drei horizontal nebeneinander angeordnete, getrennt einschaltbare Erreger (6, 7, 8) vorgesehen, deren Versatz aus der Mittelachse die Auslenkung der von ihnen erzeugten Strahlungskeulen (2, 3, 4) bestimmt. Vorteilhaft sind die drei Erreger so ausgelegt und/oder angeordnet, daß eine 45°-Linearpolarisation entsteht. Die Linsenantennenanordnung nach der Erfindung ist zum Einsatz bei Kraftfahrzeug-Abstandswarnradargeräten vorgesehen.



DE 44 12 770 A 1



Die Erfindung bezieht sich auf eine Mikrowellen-Linsenantennenanordnung für Kraftfahrzeug-Abstandswarnradar gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Zur Erhöhung der Sicherheit von Kraftfahrzeugen im Straßenverkehr und zur Entlastung des Fahrers sind Warnsignale bzw. automatische Maßnahmen bei zu dichtem Auffahren auf ein mögliches Hindernis, insbesondere den vorausfahrenden Wagen, erwünscht. Dazu sind Informationen über die Entfernung und die Relativgeschwindigkeit zum Hindernis nötig. Diese Informationen kann man beispielsweise durch Aussenden eines geeigneten elektromagnetischen Mikrowellensignals von einer an der Frontseite des Kraftfahrzeugs angebrachten Antenne und anschließendem Empfang des am Hindernis reflektierten Signals erhalten. Die Antenne soll dabei einen scharf gebündelten Strahl erzeugen, der gezielt nur das Hindernis anstrahlt. Da die Abmessungen der Antenne klein sein sollen, damit beispielsweise eine Integration in die Stoßstange möglich ist, muß eine hohe Frequenz gewählt werden, um eine ausreichende Strahlbündelung zu erreichen. Die Bautiefe der Antenneneinheit soll ebenfalls sehr gering sein. Damit in Kurven der Antennenstrahl auf das voraus fahrende Fahrzeug ausgerichtet bleibt und keine Fehlinformationen, beispielsweise von Leitplanken, empfangen werden, ist es wichtig, daß die Strahlungskeule um einen kleinen Winkel nach rechts oder nach links geschwenkt werden kann. Da ein solcher Schwenkvorgang schnell und zuverlässig ablaufen soll, hat ein elektrisches Umschalten hierbei Vorzüge gegenüber einem Schwenkvorgang mit mechanischen Mitteln.

Eine Antenne für ein Kraftfahrzeug-Abstandsradar, allerdings mit nur einer einzigen nicht schwenkbaren Keule, ist aus DE-OS 38 40 451 bekannt. Es handelt sich hierbei um eine Linsenantenne, die von einem Hornstrahler gespeist wird. Mit dieser bekannten Linsenantenne läßt sich eine Richtcharakteristik mit stark unterschiedlicher Keulenbreite in zwei orthogonalen Schnittebenen realisieren. Dazu weist die Linse in zwei orthogonalen Schnittebenen unterschiedliche Linsenkonturen auf, wobei die Kontur in der ersten Schnittebene so gewählt ist, daß eine vom Brennpunkt der Linse ausgehende Kugelwelle nach Durchlaufen der Linse in eine Welle mit ebenen Phasenfronten überführt wird, während die Kontur in der hierzu orthogonalen Schnittebene so gewählt ist, daß die vom Brennpunkt ausgehende Kugelwelle nach dem Durchlaufen der Linse weiterhin nichtebene Phasenfronten aufweist.

Aufgabe der Erfindung ist es, für ein Kraftfahrzeug-Abstandswarnradar eine kostengünstige, insbesondere eine Großserienfertigung mit extrem niedrigen Stückkosten erlaubende Mikrowellen-Linsenantennenanordnung zu schaffen, die ein schnelles und zuverlässiges Schwenken der in zwei orthogonalen Hauptebenen unterschiedlich breit dimensionierbaren Strahlungskeule nach links oder rechts gestattet und dabei in einer Bauform mit sehr kleinen Außenabmessungen, insbesondere auch was die Tiefendimension angeht, realisierbar ist.

Diese Aufgabe wird bei einer Mikrowellen-Linsenantennenanordnung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 durch die im kennzeichnenden Teil dieses Anspruchs angegebenen Merkmale gelöst.

Die Linsenantennenanordnung nach der Erfindung weist somit drei in der Brennebene der Linse horizontal angeordnete Erreger auf, denen jeweils eine eigene

Strahlungskeule zugeordnet ist. Die Strahlungskeulen haben in der Horizontalebene beispielsweise eine Halbwertsbreite von etwa  $3^\circ$  und in der Vertikalebene etwa  $5^\circ$ . Der Versatz der Erreger aus der Mittelachse bestimmt die Auslenkung der Strahlungskeulen. Durch elektronisches Umschalten von dem mittleren auf den rechten oder linken Erreger des Strahlungserregersystems kann von einer mittleren Strahlungskeule auf eine nach der Seite ausgelenkte Strahlungskeule umgeschaltet werden. Die Erreger liegen so dicht nebeneinander, daß sich die Strahlungskeulen im Flankenbereich überlappen. Die Realisierung der erforderlichen geringen Breite und Höhe der Apertur von beispielsweise  $100 \text{ mm} \times 75 \text{ mm}$  wird durch eine hohe Betriebsfrequenz von beispielsweise  $77 \text{ GHz}$  sichergestellt. Eine geringe Bautiefe wird durch eine Linse mit kurzer Brennweite erreicht, die zur Verringerung der Linsendicke und der Verluste zudem als Stufenlinse ausgeführt ist. Stufenlinsen sind sehr schmalbandig und lassen sich gewöhnlich kaum anwenden, können hier aber wegen des ebenfalls sehr schmalen Übertragungsbandes gut eingesetzt werden.

Zweckmäßige Weiterbildungen und Ausführungsmöglichkeiten der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung und Ausführungsbeispiele davon werden im folgenden anhand von elf Figuren erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine geschnittene Ansicht von oben einer in einem Gehäuse untergebrachten Linsenantennenanordnung nach der Erfindung, mit zugehörigen Strahlungskeulen,

Fig. 2 eine gleichartige Ansicht, allerdings mit einer alternativen Linsenausführung,

Fig. 3, 4 und 5 schematische Darstellungen von jeweils aus drei Hohlleiterstrahlern bestehenden Strahlungserregersystemen für eine Linsenantennenanordnung nach der Erfindung,

Fig. 6 die schematische Darstellung eines aus drei Patch-Antennen bestehenden Strahlungserregersystems für eine Linsenantennenanordnung nach der Erfindung,

Fig. 7 eine Schrägansicht des Außenaufbaus eines Ausführungsbeispiels für ein KFZ-Abstandswarnradar-Frontend mit integrierter Linsenantennenanordnung,

Fig. 8 das Innere des Aufbaus des Frontends nach Fig. 7,

Fig. 9 eine geschnittene Ansicht von oben eines Frontend-Ausführungsbeispiels mit getrennter Sende- und Empfangsantenne,

Fig. 10 eine Querschnittsdarstellung der durch die Antennenanordnung nach Fig. 9 erzeugten Strahlungskeulen,

Fig. 11 die Aperturen der beiden im Ausführungsbeispiel nach Fig. 9 verwendeten Antennen für  $45^\circ$ -Linearpolarisation.

In den Fig. 1 und 2 ist jeweils in geschnittener Ansicht von oben ein Frontend-Gehäuse 1 für ein Kraftfahrzeug-Abstandswarnradar mit Linsenantennenanordnung sowie den von dieser erzeugten Strahlungskeulen 2, 3 und 4 dargestellt. Dieses Frontend-Gehäuse 1 wird vorne an einem Kraftfahrzeug angebracht. Das quaderförmige, aus Metallblech bestehende Gehäuse 1 ist nach vorne hin offen und dort mit einer dielektrischen Linse 5 witterungsfest abgedeckt, die für elektromagnetische Wellen durchlässig ist und z. B. aus Polystyrol besteht. Das Strahlungserregersystem setzt sich aus drei getrennt einschaltbaren, horizontal in der Brennebene der

Linse 5 nebeneinander angeordneten Erregern 6, 7 und 8 zusammen. Dabei erzeugt der mittlere Erreger 6 die mittlere Strahlungskeule 2, der linke Erreger 7 die rechte Strahlungskeule 3 und der rechte Erreger 8 die linke Strahlungskeule 4. Außer der Linse 5 und den Erregern 6, 7 und 8 sind in dem kompakten quaderförmigen Gehäuse 1 noch nachgeordnete elektronische Schaltelemente untergebracht. Das Gehäuse 1 hat an der Rückseite oder an einer anderen Seitenwand Anschlüsse zur Stromversorgung der elektrischen Schaltelemente und zur Weiterleitung von Informationen aus dem Gehäuse 1 an einen externen Rechner im Kraftfahrzeug. Die seitlich von der Linse 5 vorhandenen Gehäusewände sind zur Vermeidung von Wandreflexionen mit einer mikro- wellendämpfenden Schicht 9 überzogen. Die Strahlungskeulen 2, 3 und 4 haben in der Horizontalebene beispielsweise eine Halbwertsbreite von etwa 3° und in der Vertikalebene etwa 5°. Der Versatz der Erreger 7 und 8 aus der Mittelachse bestimmt die Auslenkung der Strahlungskeulen 3 bzw. 4. Durch elektronisches Umschalten von dem mittleren Erreger 6 auf den rechten oder linken Erreger 7 bzw. 8 kann von der mittleren Strahlungskeule 2 auf eine nach der Seite ausgelenkte Strahlungskeule 3 bzw. 4 umgeschaltet werden. Die Erreger 6, 7 und 8 liegen so dicht nebeneinander, daß sich die Strahlungskeulen 2 und 3 bzw. 2 und 4 im Flankenbereich überlappen. Die Realisierung der erforderlichen geringen Breite und Höhe der Antennenapertur von beispielsweise 100 mm × 75 mm wird durch eine hohe Betriebsfrequenz von beispielsweise 77 GHz sichergestellt. Eine geringe Bautiefe wird durch eine Linse 5 mit kurzer Brennweite erreicht, die zur Verringerung der Linsendicke und der Verluste zudem als Stufenlinse ausgeführt ist. Stufenlinsen sind zwar sehr schmalbandig, können zu diesem Anwendungszweck aber wegen des ebenfalls sehr schmalen Übertragungsbandes gut eingesetzt werden.

Um der Verschmutzungsgefahr auf der fahrzeugabgewandten Außenseite der Linse 5 zu begegnen, sind die Stufen, wie in Fig. 1 dargestellt ist, vorzugsweise auf der Innenseite angebracht. Im Einzelfall kann es jedoch zweckmäßig sein, wie Fig. 2 zeigt, sie auch auf der Außenseite anzubringen. In diesem Fall kann mit einem zusätzlichen verlustarmen Radomfenster 10 mit glatter Außenfläche ein besserer Schutz gegen Verschmutzungen erreicht werden. Bei gleichphasiger Apertur der Linsenantennenanordnung treten die Strahlen parallel zur Rotationsachse aus. Das in Fig. 2 dargestellte Ausführungsbeispiel hat in diesem Fall gegenüber dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 den Vorteil, daß durch die Stufung der Linse 5 an der Außenseite keine ringförmigen Schattenbereiche in der Apertur entstehen, welche zu einem Nebenzipfelanstieg im Strahlungsdiagramm führen.

Beide Linsenflächen können, wie in Fig. 1 dargestellt ist, gekrümmt sein. Eine der Linsenflächen kann jedoch, wie Fig. 2 zeigt, von der eventuellen Stufung abgesehen, auch eben sein. Durch besondere Wahl der Linsenkonturen kann das Strahlungsverhalten optimiert werden. Beispielsweise können durch seitlich versetzte Erreger 6, 7 und 8 entstehende Abbildungsfehler reduziert werden. Zur Vermeidung von Reflexionen kann eine der Linsenflächen Veränderungen aufweisen. Solche Veränderungen können beispielsweise geeignet bemessene, gleichmäßig über die Fläche verteilte Bohrungen oder eine Oberflächenschicht geeigneter Dicke mit niedriger Dielektrizitätskonstante sein.

Um eine unterschiedliche Bündelung der Antenne in

der horizontalen und vertikalen Ebene zu erzielen, eignet sich eine rechteckige oder elliptische Apertur der Linse 5. Die lange Seite liegt dabei in der Ebene mit der höheren Keulenbündelung. In diesem Fall soll auch das Erregerdiagramm in beiden Ebenen unterschiedliche Bündelung aufweisen. Dies erreicht man mit rechteckförmigen Erregeraperturen, deren Kanten ebenfalls vertikal bzw. horizontal liegen. Auch quadratische oder kreisrunde Erregeraperturen sind wegen der meist unterschiedlichen Bündelung in der E- und der H-Ebene möglich. Die hier in Betracht kommenden Erreger, nämlich Hohlleiterstrahler oder Patch-Antennen, sind dann je nach Einspeisung entweder vertikal oder horizontal polarisiert.

In den Ausführungsbeispielen nach Fig. 1 und 2 werden als Erreger 6, 7 und 8 Hornstrahler bzw. Hohlleitererreger verwendet. Im Einzelfall kann es erforderlich sein, die Erregeraperturen von Hornstrahlern zum Erreichen einer geringen Linsenüberstrahlung so groß zu machen, daß sich eine Überlappung benachbarter Erreger ergeben würde. In diesem Falle können kleinere, keine Überlappung verursachende Aperturen benutzt werden, wenn die Richtwirkung der Erreger 6, 7 und 8, wie dies in den Fig. 1 und 2 gezeigt ist, durch in die Strahleröffnungen gesteckte dielektrische Stabstrahler 11 verstärkt wird.

An die als Hornstrahler oder Hohlleitererreger ausgebildeten Erreger 6, 7 und 8 schließen sich in den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 1 und 2 jeweils ein 90°-Hohlleiterkrümmer und weitere Hohlleiterstücke an, denen Übergänge auf Bandleitung folgen. Um der Forderung nach extrem niedrigen Stückkosten gerecht zu werden, sind die Erreger 6, 7 und 8 mit den anschließenden Krümmern und den Rechteckhohlleiterstücken als Vertiefungen in einem aus zwei Platten 12 und 13 zusammengesetzten preisgünstig herstellbaren Feinspritzgußteil realisiert. Die Trennebene dieser Spritzgußplatten 12 und 13 ist mit 14 bezeichnet.

Beim Kraftfahrzeug-Abstandswarnradar liegt ein Problem darin, daß über die Hauptkeulenflanke oder über die Nebenzipfel des Strahlungsdiagramms auch störende Mikrowellenstrahlung von entgegenkommenden Fahrzeugen aufgenommen werden könnte, die das gleiche Warnsystem benutzen. Dieses Problem der Unterdrückung der Störstrahlung von entgegenkommenden Fahrzeugen läßt sich in vorteilhafter Weise dadurch lösen, daß die Polarisation der Erreger 6, 7 und 8 um 45° gedreht wird. Die Polarisation der drei Strahlungskeulen 2, 3 und 4 ist dann um den gleichen Winkel gedreht. Damit ist die Strahlung entgegenkommender Fahrzeuge theoretisch unsichtbar, denn bei entgegengesetzter Fahrtrichtung wird aus einer +45°- eine -45°-Polarisation und umgekehrt. Orthogonal polarisierte Wellen können aber von der Antenne nicht empfangen werden. Bei zirkularer Polarisation tritt dieser Effekt nicht auf, da beispielsweise eine rechtszirkuläre Polarisation auch rechtszirkular bleibt, wenn das Fahrzeug in der anderen Richtung fährt (zum Vergleich: aus einer Rechtsschraube wird nie eine Linksschraube, egal von welcher Seite man sie in eine Mutter hineinschraubt). Die Realisierung einer 45°-Linearpolarisation in Verbindung mit den anderen Maßnahmen ist ein wesentlicher Bestandteil des Antennenkonzepts nach der Erfindung.

Ein verhältnismäßig einfacher Weg zur Drehung der Erregerpolarisation besteht darin, jeden der Erreger 6, 7 und 8 selbst um 45° um seine Längsachse zu verdrehen. Fig. 3 zeigt in einer Ansicht von vorne, die zum Teil geschnitten ist, für eine erfindungsgemäße Linsenanten-

nenanordnung ein aus drei Hohlleiter-Erregern 6, 7 und 8 bestehendes Erregersystem, bei dem die Erreger 6, 7 und 8 so um ihre Längsachse gedreht sind, daß sich ein Polarisationswinkel von  $45^\circ$  ergibt. Die Erreger 6, 7 und 8 können einfache offene Rechteckhohlleiter sein, oder aber wie in Fig. 4 im Schnitt A-A gezeigt ist, die besonders kurze Bauform eines Boxhorns 15, d. h. eines Hohlleiters mit sprunghafter Querschnittserweiterung, haben. Daneben können sie auch als einfache Pyramidenhornstrahler ausgebildet sein. Wie bereits im Zusammenhang mit der Beschreibung der Anordnungen nach den Fig. 1 und 2 erwähnt, schließen sich an die Erreger 6, 7 und 8 jeweils ein  $90^\circ$ -Hohlleiterkrümmer und weitere Hohlleiterstücke 16 an, denen Übergänge 17 auf Bandleitung 18 folgen, die auf einer Grundplatine 31 mit einer sehr dünnen dielektrischen Zwischenschicht aufgebracht ist.

Einen anderen Weg zur Drehung der Erregerpolarisation zeigt Fig. 5. Hier sind die Strahleraperturen der Erreger 6, 7 und 8 in Längsachsrichtung nicht gedreht, sondern nur die Hohlleitereinspeisungen 19 um  $45^\circ$ . Wie der Vergleich mit der Anordnung nach Fig. 3 zeigt, kann bei gleichem Erregerabstand dabei eine etwas größere Erregerapertur benutzt werden. Dadurch wird die Überstrahlung am Linsenrand reduziert. Nachteilig könnte bei dem Erregerprinzip nach Fig. 5 ein gewisser Anstieg der Kreuzpolarisation an den Flanken der Strahlungskeule in der Vertikal- und Horizontalebene sein.

Es wird darauf hingewiesen, daß bei der in Fig. 4 dargestellten Form der Erreger als Boxhorn 15 der sich daran anschließende  $90^\circ$ -Hohlleiterkrümmer 20 in der Schnittdarstellung sichtbar ist. Der Polarisationsvektor 21 der elektromagnetischen Wellen verläuft in der in Fig. 4 gezeigten Richtung.

Da sich bei Drehung der Erreger 6, 7 und 8 um ihre jeweilige Längsachse die Strahlungskeulen 2, 3 und 4 mitdrehen, würde bei elliptischem Strahlquerschnitt eine horizontal bzw. vertikal ausgerichtete elliptisch oder rechteckig berandete Linse 5 nicht mehr richtig angestrahlt. Es kommt an den Rändern der Linse 5 teilweise zu einer Überstrahlung, die Störungen und Verluste verursacht. Im Einzelfall kann es daher zweckmäßiger sein, die Linsenapertur und das Erregerdiagramm kreisrund zu wählen, wobei der Linsendurchmesser etwa der langen Rechteckseite der ursprünglichen Apertur entspricht. In der Anordnung nach Fig. 3 ist die Erregeröffnung deshalb so gewählt, daß sich eine etwa dreh-symmetrische Strahlungskeule ergibt. Um dennoch unterschiedliche Bündelungen der Strahlungskeulen 2, 3 und 4 der Antenne in horizontaler und vertikaler Richtung zu erreichen, wird die Linsenkontur beispielsweise in vertikaler Richtung so abgeändert, daß sich in dieser Richtung ein geeigneter nichtlinearer Phasengang ergibt, der zu der gewünschten Strahlverbreiterung von beispielsweise  $3^\circ$  auf  $5^\circ$  führt. Bei der Linsenversion gemäß der Anordnung nach Fig. 2 kann es dann zweckmäßig sein, die Außenkontur dem geänderten Phasengang anzupassen; denn nur, wenn an der Außenfläche der Linse 5 keine Strahlbrechung auftritt, bleiben die Vorteile dieser Version vollständig erhalten.

Ein Strahlungserregersystem mit einer alternativen Erregerform, nämlich einer Gruppe aus drei Patch-Antennen 22, 23 und 24, zeigt in schematischer Ansicht Fig. 6. Dabei handelt es sich um eine Streifenleitungsantenne, die aus einer leitenden Grundplatine 25 mit einer sehr dünnen dielektrischen Zwischenschicht besteht, auf die rechteckige metallische Bereiche — nämlich die Pat-

ches 22, 23 und 24 — aufgebracht sind. Diese wirken als strahlende Elemente. Die Speisung der Patches 22, 23 und 24 erfolgt durch seitliche galvanische Ankopplung über Streifenleitungen 26, 27 und 28. Die Platine 25 mit den Patches 22, 23 und 24 liegt in der Brennebene der Linse, also parallel zur Linsenapertur. Die Streifenleitungen 26, 27 und 28 sind mittels eines Übergangs 29 mit einem miniaturisierten integrierten Mikrowellenschaltkreis 30, einem sogenannten MMIC, verbunden.

Es folgen nun Ausführungen zur Funktion und zum konstruktiven Aufbau des Frontends.

Die im Frontend integrierte Elektronikschaltung enthält als Kernstück einen Halbleiterbaustein mit einem miniaturisierten integrierten Mikrowellenschaltkreis (MMIC). Dieser enthält auch die elektronischen Schalter zum Umschalten zwischen den drei Erregern. Im Falle der Patch-Erreger, vgl. die Ausführungsform nach Fig. 6, führen drei Streifenleitungen 26, 27 und 28 vom MMIC 30 über den Übergang 29 direkt zu den Patches 22, 23 und 24. Im Falle von Hohlleiter- oder Pyramiden-erregern ist, wie in Fig. 3 gezeigt, noch ein spezieller Übergang 17 zur Einkopplung von der Bandleitung 18 in den Rechteckhohlleiter 16 vorgesehen. Die Ausführung solcher Übergänge ist prinzipiell bekannt.

Da es bei den gegebenen sehr geringen Abmessungen technisch äußerst problematisch ist, eine starre galvanische Verbindung zwischen dem MMIC und der auf einem separaten Substrat (25 in Fig. 6 bzw. 31 in Fig. 3) aufgebrachten weiterführenden Bandleitung herzustellen, ist ein flexibles leitendes Verbindungsbändchen zwischen beiden vorgesehen, welches auf einer Seite durch Bonden fixiert wird.

Um Hochfrequenz-Dichtigkeit zu erreichen, wird bei den Ausführungsformen mit Hohlleitererregern die gesamte Brennebene außerhalb der Hohlleiteröffnungen mit einer metallischen Fläche elektromagnetisch dicht abgeschlossen, so daß keine unterhalb der Betriebsfrequenz liegenden Frequenzen zur Elektronikschaltung gelangen können. Um auch im Falle der Patch-Erreger HF-Dichtigkeit zu erreichen, kann es zweckmäßig sein, vor dem Übergang 29 in Fig. 6 zum MMIC 30 jeweils ein Stück Rechteckhohlleiter mit entsprechenden beidseitigen Einkopplungen von den Bandleitungen 26, 27 und 28 einzufügen und den Raum neben den Hohlleitern wieder mit einer metallischen Fläche abzudichten.

Ein Beispiel einer konstruktiven Ausführung eines Kraftfahrzeug-Abstandswarnradar-Frontends mit integrierter Linsenantennenanordnung nach der Erfindung zeigen die Fig. 7 und 8. Dabei ist in Fig. 7 eine perspektivische Außenansicht dargestellt. Das Frontend besteht aus einem quaderförmigen, z. B. in Spritzgußtechnik hergestellten Metallgehäuse 32, das an seiner Vorderseite von einer z. B. aus Polystyrol bestehenden Linse 33 abgedeckt ist. Die Linse 33 kann z. B. durch Schnappverschlüsse 34 als Deckel aufgesetzt werden. An einer Seitenwand 35 sind in einem Anschlußkästchen 36 Steckerpins 37 z. B. eingegossen, an die sich die Stromversorgung für die elektronischen Schaltelemente im Gehäuse 32 und Leitungen zur Weiterleitung von Informationen aus dem Gehäuse 32 an einen externen Rechner im Kraftfahrzeug anschließen lassen. Ein Beispiel für die Aufteilung der Komponenten im Innern des Gehäuses 32 ist in einer teilweise aufgeschnittenen Schrägansicht in Fig. 8 gezeigt. Man erkennt, daß die Linse 33 mittels einer Dichtung 49 so auf dem Gehäuse 32 aufliegt, daß eine witterungsfeste Abdeckung des Gehäuses 32 gegeben ist. Auf dem z. B. aus Aluminium-Druckguß bestehenden Boden 38, der beispielsweise in das Gehäuse 32

eingegossen ist, ist ein Elektronikblock 39 eingeklebt. Darin bzw. darauf finden sich elektronische Schaltelemente und evtl. ein ASIC-Baustein 40 mit einem besonderen Schutz. Auch ein auf einem Träger vorgesehener MMIC 41 ist in geschützter Weise vorgesehen. Die Erreger 42, 43 und 44 mit sich daran anschließenden Krümmern und Rechteckhohlleitern sind als Öffnungen in einem aus zwei Platten 45 und 46 zusammengesetzten Druckgußteil realisiert. Zwischen dem MMIC 41 und dem Elektronikblock 39 sind kleine leitende Verbindungsbänder 47 zwischengeschaltet. Durch Bonden auf dem Elektronikblock 39 fixiert sind auch die Verbindungen 48 zu den eingegossenen Steckerpins 37. Der Elektronikblock 39, der ASIC Baustein 40 und der MMIC 41 sowie die Zuführungsleitungen zu diesen sind durch einen metallisierten Verguß 70 geschützt und abgeschirmt.

In den bislang beschriebenen Ausführungsbeispielen wird über die jeweils eingeschaltete Strahlungskeule 2, 3 bzw. 4 sowohl gesendet als auch empfangen. Unter Umständen kann es günstiger sein, Sende- und Empfangsantenne zu trennen und sie beispielsweise nebeneinander anzuordnen. Da es genügt, die Richtungsselektion beim Empfang der Signale durchzuführen, ist es im Sendefall hierbei möglich, in horizontaler Richtung eine breitere Strahlungskeule von beispielsweise  $10^\circ$  zu erzeugen. Ein solches Ausführungsbeispiel ist in einer geschnittenen Ansicht von oben in Fig. 9 dargestellt. Den von vorne gesehen linken Teil der Antennenanordnung bildet eine Empfangsantenne 50, die dem anhand der Fig. 1 und 2 beschriebenen Frontend-Aufbau entspricht. Hierbei ist allerdings die Innenfläche der Linse 51 plan, wogegen die Außenfläche gekrümmt und zusätzlich gestuft ist. Die Apertur einer daneben liegenden Sendeantenne 52 ist entsprechend kleiner als die der Empfangsantenne 50. Die Sendeantenne 52 hat lediglich einen Erreger 53, kann aber im übrigen nach einem der bereits beschriebenen Prinzipien aufgebaut sein. Sende- und Empfangsantenne 52 bzw. 50 können dabei nach dem gleichen Prinzip aufgebaut sein, müssen es jedoch nicht. Im Metallgehäuse 54, das innen und zwischen den beiden Antennen 50 und 52 mit einer Dämpfungsschicht 71 ausgekleidet ist, sind die Hohlleitererreger 53 bzw. 54, 55 und 56 mit den anschließenden Krümmern und Rechteckhohlleitern als Öffnungen bzw. Vertiefungen in einem aus zwei Platten 57 und 58 an einer Trennebene 59 zusammengesetzten Feinspritzgußteil angeordnet. Die für die Sendeantenne 52 vorgesehene Linse 60, welche eine kleinere Apertur aufweist als diejenige der Empfangsantenne 50, ist in ähnlicher Weise geformt und gestuft wie die Linse 51 der Empfangsantenne 50. Im Senderteil ist innerhalb des Metallgehäuses 54 noch ein Oszillator 61 eingebaut.

Fig. 10 zeigt beispielhaft jeweils in Querschnittsdarstellung die Strahlungskeule 62 der Sendeantenne 52 und die drei Strahlungskeulen 63, 64 und 65 der Empfangsantenne 50 der Anordnung nach Fig. 9. In Fig. 11 sind die kreisrunden Aperturen bei Betrieb mit  $45^\circ$ -Linearpolarisation der Sendeantenne 52 und der Empfangsantenne 50 der Anordnung nach Fig. 9 beispielhaft dargestellt. Die Apertur der Sendeantenne 52 ist mit 66 und die Apertur der Empfangsantenne 50 mit 67 bezeichnet. Eine nach dem getrennten Sende/Empfangsbetrieb aufgebaute Antenne für  $0^\circ/90^\circ$ -Polarisation mit rechteckförmigen Aperturen hätte beispielsweise die gestrichelt dargestellten Formate. Die Apertur für eine Sendeantenne ist hierbei mit 68 und die Apertur für eine Empfangsantenne mit 69 bezeichnet.

1. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung für Kraftfahrzeug-Abstandswarnradar mit einem Strahlungserregersystem und einer für elektromagnetische Wellen durchlässigen Linse aus dielektrischem Material, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlungserregersystem zur Erzeugung einer linken, einer mittleren und einer rechten Strahlungskeule (4, 2, 3) aus drei getrennt einschaltbaren, horizontal in der Brennebene der Linse (5) nebeneinander so angeordneten Erregern (8, 6, 7) besteht, daß sich sowohl die linke als auch die rechte Strahlungskeule (4, 3) mit der mittleren (2) jeweils im Flankenbereich des Horizontalantennendiagramms überlappen, und daß die als Sammellinse ausgebildete Linse eine kurze Brennweite aufweist und mit dicken- und verlustverringenden Stufen versehen ist.
2. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlungskeulen (2, 3, 4) in der Vertikalebene eine andere, vorzugsweise stärkere Bündelung aufweisen als in der Horizontalebene.
3. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Erregerdiagramme im Querschnitt und die Linsenapertur kreisrund gewählt sind, und daß eine unterschiedliche Bündelung in der horizontalen und vertikalen Ebene dadurch erreicht wird, daß die Linsenkontur in der vertikalen bzw. horizontalen Ebene so abgeändert ist, daß sich in der jeweiligen Ebene ein geeigneter nichtlinearer Phasengang ergibt, der zu einer gewünschten Strahlverbreiterung in dieser Ebene führt.
4. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch eine rechteck- oder ellipsenförmige Linsenapertur, deren längere Seite dabei in der Ebene mit der höheren Keulenbündelung liegt.
5. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß auch die Diagramme der drei Erreger (6, 7, 8) jeweils unterschiedliche Bündelungen in den beiden orthogonalen Ebenen aufweisen.
6. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die drei Erreger (6, 7, 8) rechteckförmige Aperturen aufweisen, deren Kanten vertikal bzw. horizontal liegen.
7. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die drei Erreger (6, 7, 8) quadratische oder kreisrunde Aperturen aufweisen, wobei in der E- und H-Ebene jeweils unterschiedliche Bündelungen vorliegen.
8. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die drei Erreger (6, 7, 8) des Strahlungserregersystems so ausgebildet und/oder angeordnet sind, daß sie eine  $45^\circ$ -Linearpolarisation erzeugen.
9. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die drei Erreger (6, 7, 8) jeweils eine Rechteckapertur aufweisende Hohlleitererreger sind, die nebeneinander parallel und mit ihren Kanten um  $45^\circ$  gegenüber der Vertikal- bzw. Horizontalrichtung gedreht angeordnet sind.
10. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlleitererreger entweder als offene Rechteckhohllei-



ter, als Box-Horns (15), d. h. als Rechteckhohlleiter mit sprunghafter Querschnittserweiterung, oder als Pyramidenhörner ausgebildet sind.

11. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die drei Erreger (6, 7, 8) jeweils eine Rechteckapertur aufweisende Hohlleitererreger sind, die nebeneinander parallel und mit ihren längeren Kanten in Vertikalrichtung angeordnet sind, aber mit demgegenüber um 45° verdrehten Hohlleitereinspeisungen (19) versehen sind.

12. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß für den Fall, in dem sich wegen des Erfordernisses einer geringen Linsenüberstrahlung und damit verbundener Übergröße der Hornstrahler- bzw. Hohlleitererregeraperturen eine räumliche Überlappung benachbarter Erreger (6, 7 bzw. 7, 8) ergeben würde, kleinere, keine Überlappung verursachende Aperturen vorgesehen sind, wobei in die Strahleröffnungen dann die Erregerrichtwirkung verstärkende dielektrische Stabstrahler (11) gesteckt sind.

13. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die drei Erreger (22, 23, 24) des Strahlungserregersystems drei sogenannte Patch-Antennen sind, d. h. Streifenleitungsantennen, die aus einer leitenden Grundplatine (25) mit einer sehr dünnen dielektrischen Zwischenschicht bestehen, auf die rechteckförmige metallische Bereiche — die sogenannten "Patches" — aufgebracht sind, die als strahlende Elemente wirken, daß die Speisung der "Patches" durch seitliche galvanische Ankopplung über Streifenleitungen (26, 27, 28) erfolgt, und daß die Platine mit den "Patches" in der Brennebene der Linse (5), also parallel zur Linsenapertur liegt.

14. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Stufen auf der Innenseite der Linse (5) angebracht sind, und die Außenseite der Linse eine glatte Oberfläche aufweist.

15. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Stufen auf der Außenseite der Linse (5) angebracht sind, und daß zusätzlich ein verlustarmes Radomfenster (10) mit glatter Außenfläche vor der Linse angeordnet ist.

16. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß durch besondere Wahl der Linsenkontur das Antennen-Strahlungsverhalten optimiert ist.

17. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verminderung von Reflexionen eine der Linsenflächen Veränderungen aufweist.

18. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Veränderungen geeignet bemessene, gleichmäßig über die Fläche verteilte Bohrungen sind.

19. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Veränderung durch eine Oberflächenschicht geeigneter Dicke mit niedriger Dielektrizitätskonstante gebildet ist.

20. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach

Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Linsenkontur so gewählt ist, daß durch den seitlichen Versatz der Erreger (6, 7, 8) entstehende Abbildungsfehler reduziert werden.

21. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Linse (33) und das Strahlungserregersystem sowie diesem nachgeordnete elektronische Schaltelemente in einem kompakten, zum Beispiel quaderförmigen Gehäuse (32) untergebracht sind und ein sogenanntes Frontend bilden, daß die Linse zugleich die witterungsfeste vordere Abdeckung des Gehäuses darstellt, und daß das Gehäuse auf der Rückseite oder einer anderen Seitenfläche Anschlüsse (36, 37) zur Stromversorgung der elektronischen Schaltelemente und zur Weiterleitung von Informationssignalen aus dem Gehäuse zu einem externen Rechner im Kraftfahrzeug aufweist.

22. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die seitlich von der Linse (5) vorhandenen Gehäusewände zur Vermeidung von Wandreflexionen mit einer die Mikrowelle dämpfenden Schicht (9) überzogen sind.

23. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Linse (5) aus Polystyrol besteht.

24. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß sich an die Hohlleitererreger (6, 7, 8) jeweils ein 90°-Hohlleiterkrümmer (20) und danach weitere Hohlleiterstücke (20) anschließen, denen Übergänge (17) auf Bandleitungen (18) folgen.

25. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlleitererreger (6, 7, 8) mit den sich daran anschließenden Krümmern (20) und den Rechteckhohlleiterstücken (16) durch Vertiefungen in einem aus zwei metallischen oder metallisierten Platten (12, 13) zusammengesetzten Feinspritzgußteil gebildet sind.

26. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß die im Frontend-Gehäuse (32) vorgesehenen elektronischen Schaltelemente durch eine integrierte Elektronikschaltung (39) gebildet werden, die als Kernstück einen Halbleiterbaustein mit einem miniaturisierten integrierten Mikrowellenschaltkreis (41, 30), also einem sogenannten MMIC enthält, in dem auch elektronische Schalter zum Umschalten zwischen den drei Erregern (42, 43, 44) vorgesehen sind.

27. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach den Ansprüchen 26 und 13, dadurch gekennzeichnet, daß drei Bandleitungen (26, 27, 28) vorgesehen sind, die vom miniaturisierten integrierten Mikrowellenschaltkreis (30) direkt zu den "Patches" (22, 23, 24) der drei Patch-Antennen führen.

28. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 26 und einem der Ansprüche 21 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß an den miniaturisierten integrierten Mikrowellenschaltkreis (41) drei Bandleitungen angeschlossen sind, und daß jeweils ein spezieller Übergang zur Einkopplung von der Bandleitung in den Rechteckhohlleiter vorgesehen ist.



29. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem miniaturisierten integrierten Mikrowellenschaltkreis (41) und den drei auf einem separaten Substrat angebrachten Bandleitungen jeweils ein flexibles leitendes Verbindungsbändchen vorgesehen ist, welches auf einer Seite durch Bonden fixiert ist. 5

30. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach einem der Ansprüche 21 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß im Gehäuse die gesamte Brennebene mit Ausnahme der Hohlleiteröffnungen mit einer metallischen Fläche elektromagnetisch dicht abgeschlossen ist. 10

31. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Übergangsstelle zum miniaturisierten integrierten Mikrowellenschaltkreis jeweils ein Rechteckhohlleiterstück mit entsprechenden beidseitigen Einkopplungen von den Bandleitungen eingefügt ist, und daß im Gehäuse der Raum neben den Rechteckhohlleiterstücken mit einer metallischen Fläche abgedichtet ist. 15 20

32. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß über die jeweils eingeschaltete Strahlungskeule (2, 3, 4) sowohl gesendet als auch empfangen wird. 25

33. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß über die jeweils eingeschaltete Strahlungskeule (63, 64, 65) nur empfangen wird, und daß zum Senden eine besondere, nur einen einzigen Erreger (53) aufweisende Linsenantenne (52) vorgesehen ist, die eine breite Schaltungskeule (62) erzeugt, aber auch nach einem von denjenigen Prinzipien aufgebaut ist, nach denen die nur empfangende Antenne (50) ausgebildet ist. 30 35

34. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß die Apertur der Sendeantenne (52) kleiner als die Apertur der ausschließlich empfangenden Antenne (50) bemessen ist. 40

35. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 33 oder 34, dadurch gekennzeichnet, daß die Sendeantenne (52) und die ausschließlich empfangende Antenne (50) in einem gemeinsamen Gehäuse (54) untergebracht sind, für das die gleichen Gestaltungsmerkmale gelten wie für das einfache Gehäuse (1) nach Anspruch 21. 45 50

---

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

---

55

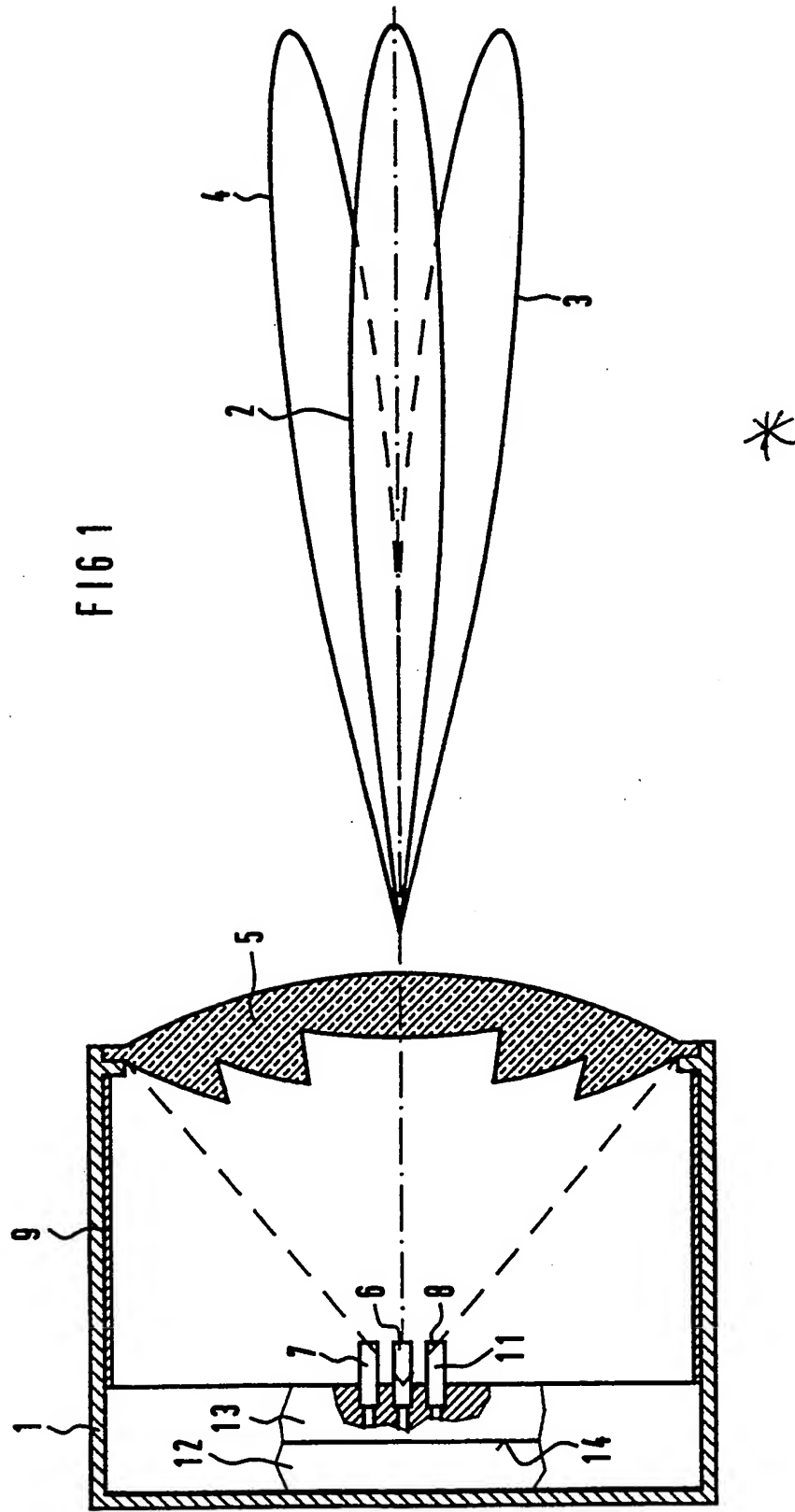
60

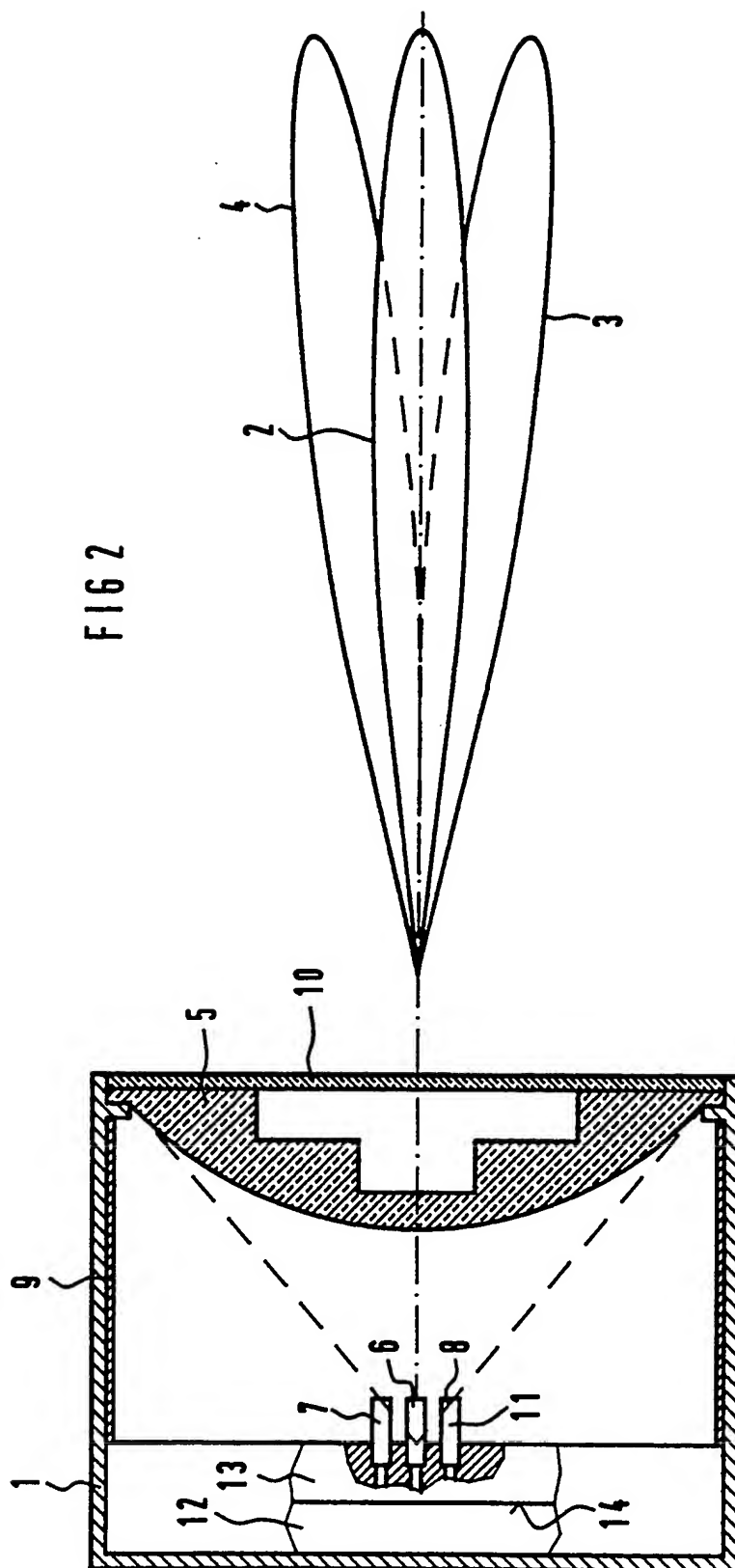
65

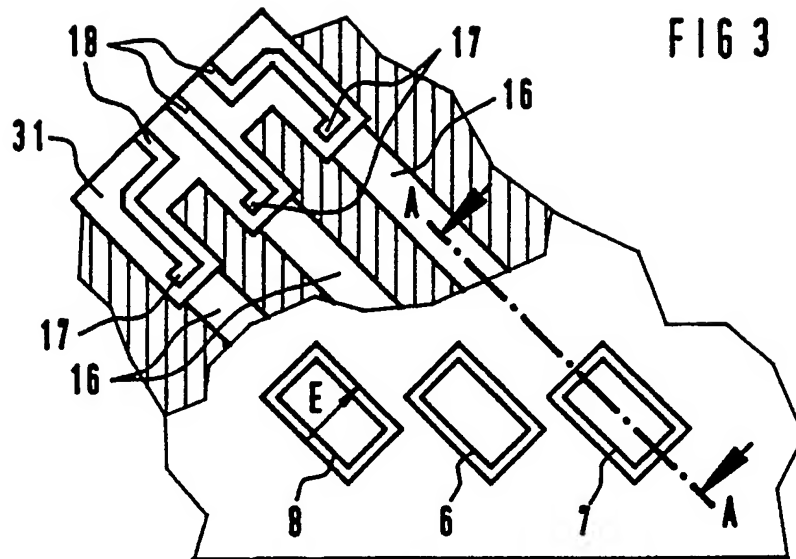


- Leerseite -

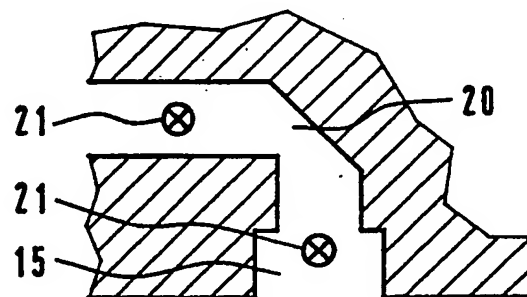








**FIG 4**



**FIG 5**

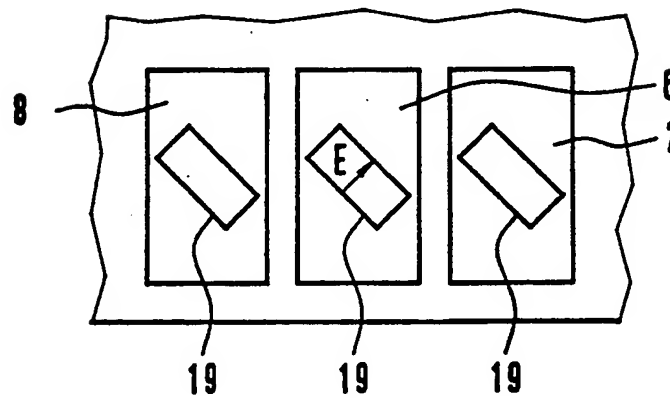
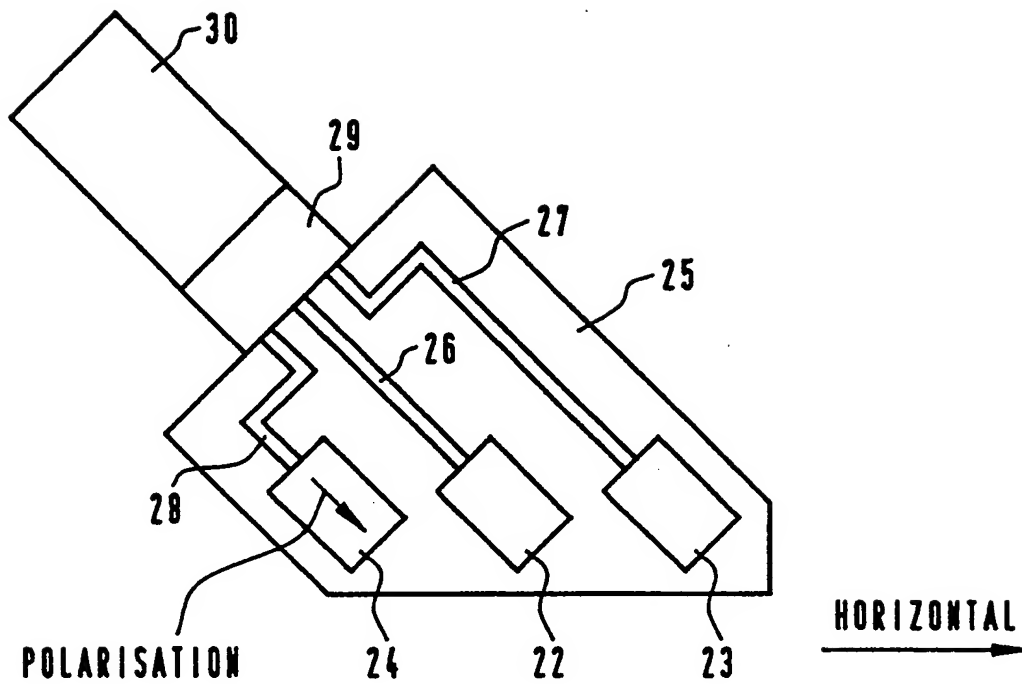
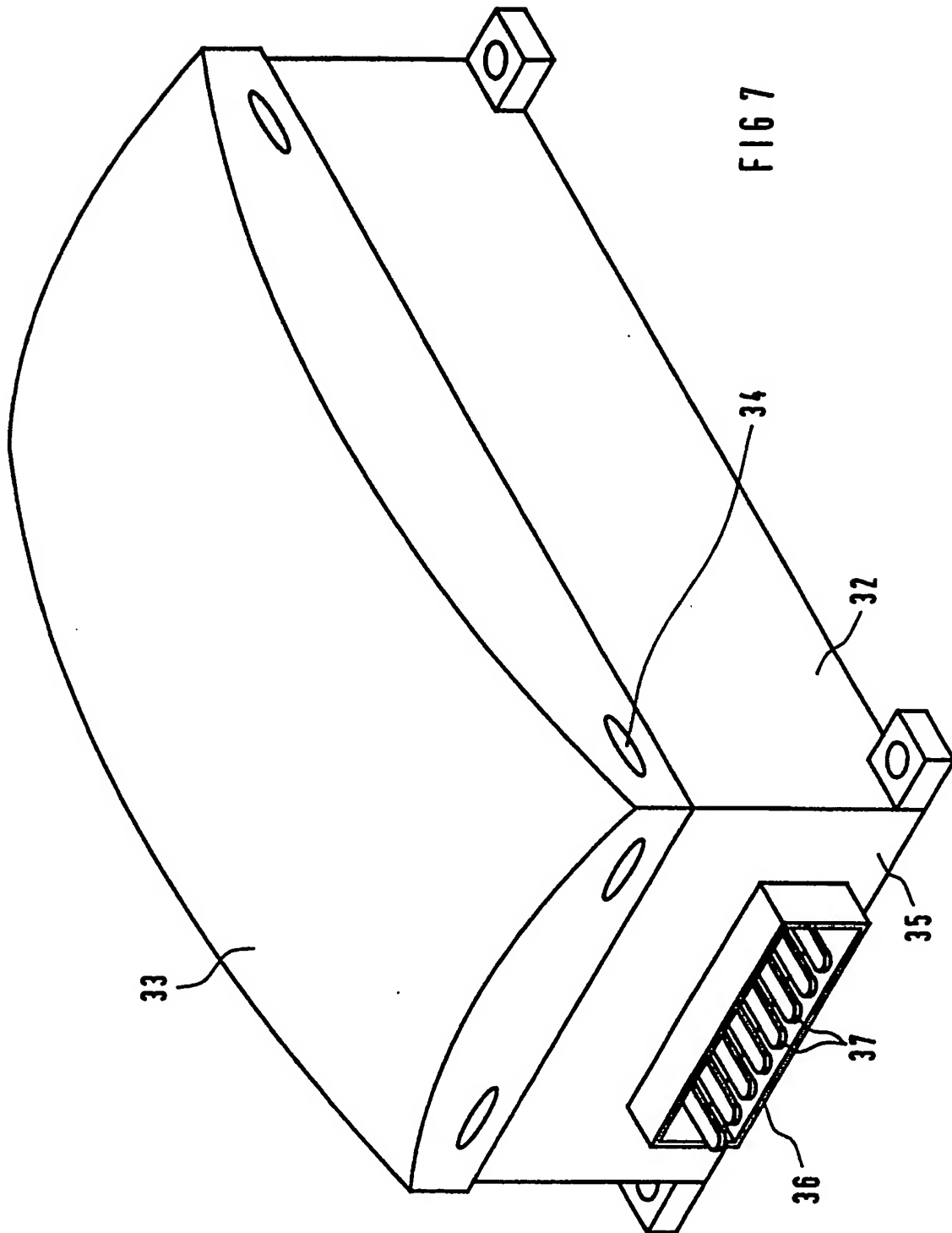


FIG 6





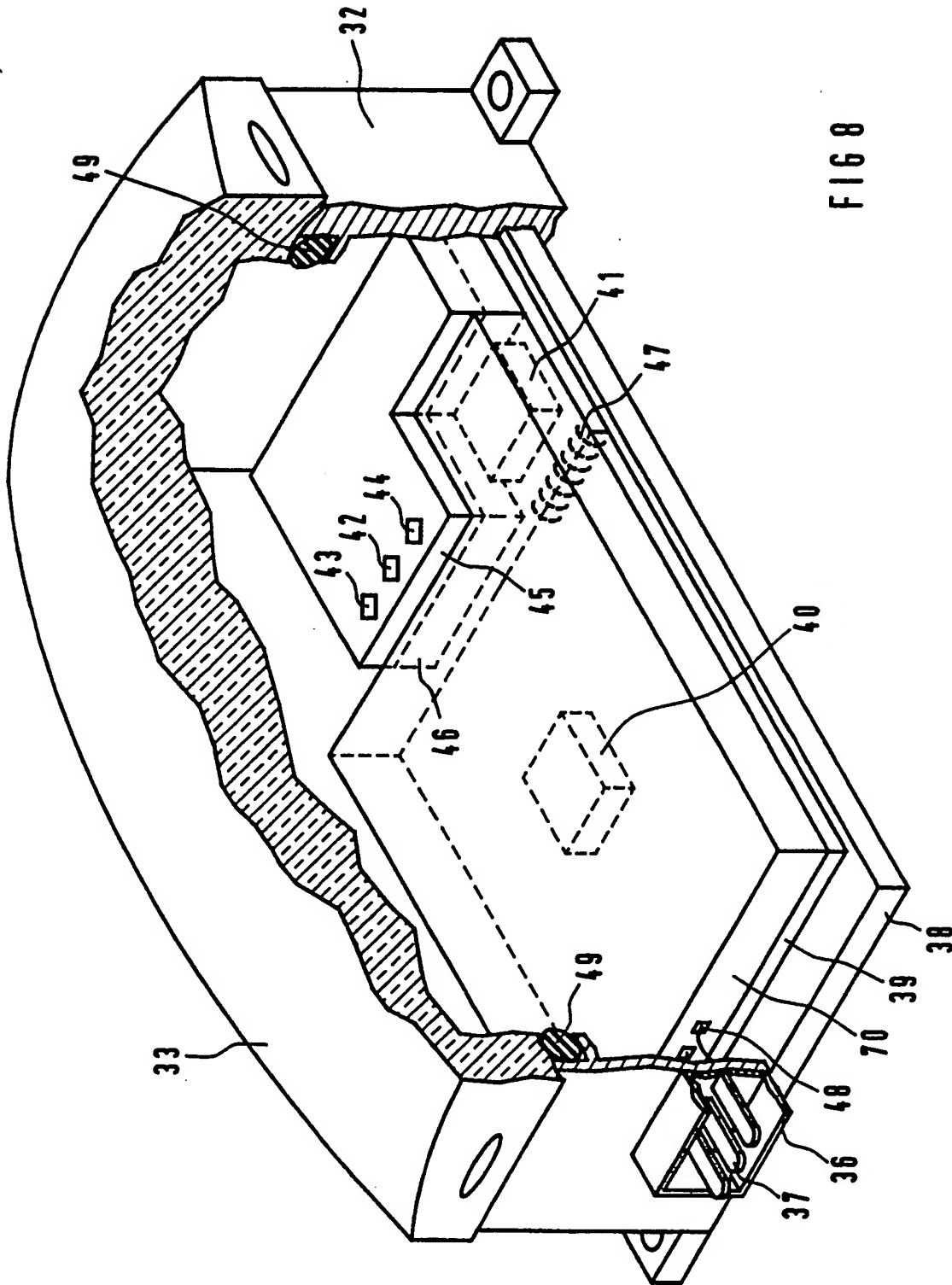


FIG 8



FIG 9

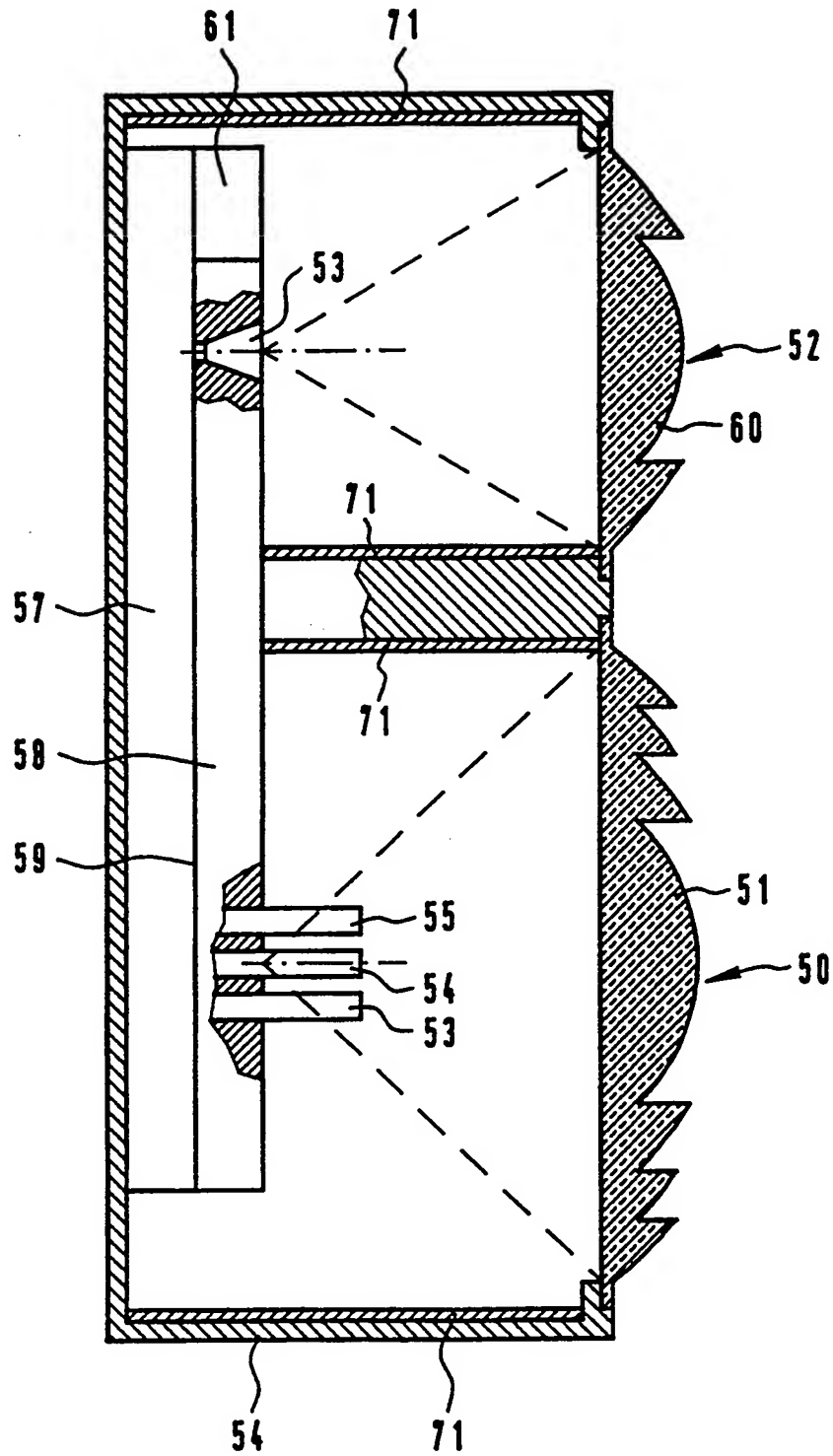




FIG 10

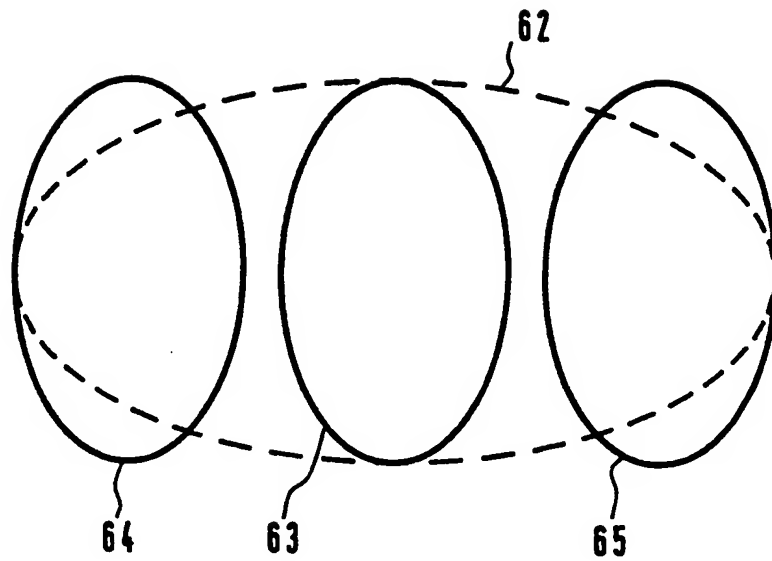


FIG 11

